

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-294693

(43)Date of publication of application : 21.10.1994

(51)Int.Cl.

G01L 9/04

H01L 29/84

(21)Application number : 05-080490

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND-CO  
LTD

(22)Date of filing : 07.04.1993

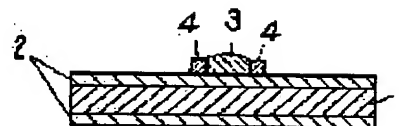
(72)Inventor : HANDA HARUHIKO  
HIRAGA MASAHIRO  
IKEDA MASAKI  
YOSHIDA AKIHIKO

## (54) RESISTOR AND PRESSURE SENSOR EMPLOYING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a high quality pressure sensor employing a resistor having electric resistance variable with the pressure by employing a resistor excellent in TCR characteristics.

CONSTITUTION: The pressure sensor comprises a metal base 1, an insulation layer 2 formed on the surface thereof, a resistor 3 formed on the surface of the insulation layer 2 and having electric resistance variable upon application of pressure, wherein the glass frit in the resistor 3 has coefficient of thermal expansion approximate to that of the base.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.06.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-294693

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 L 9/04

H 0 1 L 29/84

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

7269-2F

A 9278-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-80490

(22)出願日 平成5年(1993)4月7日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 半田 晴彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 平賀 将浩

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 池田 正樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 抵抗体およびこれを用いた圧力センサ

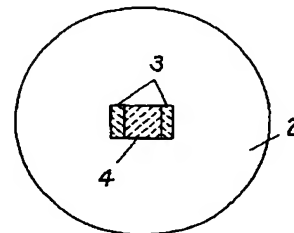
(57)【要約】

【目的】 圧力変化により電気抵抗が変化する抵抗体を用いた圧力センサに関するもので、T C R特性に優れた抵抗体を用いることにより、高品質な圧力センサを提供することを目的とする。

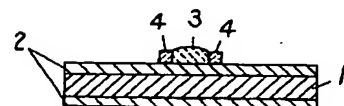
【構成】 金属基体1と、その金属基体の表面に形成された絶縁層2と、その絶縁層の表面に形成され圧力が加わると電気抵抗が変化する抵抗体3とからなり、抵抗体3中のガラスフリットの熱膨張率を基板の熱膨張率に近似させたものである。

1 金属基体  
2 絶縁層  
3 抵抗体  
4 電極

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性物質とガラスフリットと有機ビニクルおよび、希釈剤からなる抵抗体ペーストにより構成し、前記ガラスフリットの熱膨張率を抵抗体が形成される基板の熱膨張率に近似させたことを特徴とする抵抗体。

【請求項2】 ガラスフリットの熱膨張率と抵抗体を形成する基板の熱膨張率との差が、 $10 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の抵抗体。

【請求項3】 金属基体と、前記金属基体の表面に形成された絶縁層と、前記絶縁層の表面に形成されかつ変形に伴って電気抵抗が変化する抵抗体と、前記抵抗体の抵抗変化を検出する電極からなり、抵抗体中のガラスフリットの熱膨張率が金属基体および、絶縁層の熱膨張率と近似していることを特徴とする圧力センサ。

【請求項4】 金属基体がSUS430で、絶縁層がMgO: 16~50wt%、SiO<sub>2</sub>: 7~30wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 5~34wt%、BaO: 0~50wt%、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0~40wt%、CaO: 0~20wt%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0~5wt%、MO<sub>2</sub>: 0~5wt% (但し、MはZr、Ti、Snのうち少なくとも一種の元素)の組成からなる結晶化ガラス層であることを特徴とする請求項3記載の圧力センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、抵抗体および圧力変化による抵抗体の電気抵抗の変化から圧力を検出する圧力センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、荷重量、圧力を検出するセンサは、機械、船舶、自動車等の各部に生じる応力や荷重の大きさを検出するために広く用いられている。この種のセンサは基材の種類、感歪材料の種類によってさまざまなものが提案されている。

【0003】 その代表的なものとして、ポリエステル、エポキシ、ポリイミド等の樹脂からなるフィルム上に、Cu-Ni合金、Ni-Cr合金等からなる薄膜状の抵抗体を蒸着またはパッタリングにより形成したセンサ

(1)がある。

【0004】 また、特公平3-20682号公報に開示されているように、上記の樹脂製フィルムの代りにガラスプレートをを用いたセンサ(2)もある。さらに特願平3-282663号に開示されているように金属基体と、その表面に形成された結晶化ガラス材料からなるガラス層と、さらにそのガラス層の表面に形成され、歪が加わると電気抵抗が変化する抵抗体からなる圧力センサ(3)が提案されている。

【0005】 応力、荷重、圧力の大きさは、次のようにして測定される。外部からの力や荷重により発生した部材の圧力が、樹脂製フィルム、ガラスプレート、金属基

材を介して抵抗体に伝わる。この伝達された圧力により、抵抗体の長さや断面積が変化することにより電気抵抗が変化する。この電気抵抗の変化を電気信号として検出することにより、部材に加わった応力、荷重、圧力の大きさが検知できる。

【0006】 ところで、圧力センサの市場が大きい用途の1つとして、自動車等に使用される車両用サスペンションがある。以後は車両用サスペンションを例にあげて説明する。例えばそのシャフトの表面に圧力センサ

(1)を接着樹脂等で貼り付け、この圧力センサにより、車体が車輪に加わる荷重が検出される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上記従来の構成では、以下に示すような問題点を有していた。

(1)の圧力センサでは車両用サスペンションのように、温度範囲が-50℃~150℃、最大荷重が2トンにも達するといった過酷な環境条件下で長期間使用したとき接着強度が劣下して圧力センサが部材から剥離する問題がある。特に(2)の圧力センサでは、ガラスプレートをシャフトのような曲面を有する部材に溶着した場合は、ガラスプレートは密着性が乏しいため強固な接着が難しく剥離し易い。しかし(3)の圧力センサは、金属基体と結晶化ガラス層、結晶化ガラス層と抵抗体層間でそれぞれの成分元素が相互拡散しているため密着性が非常に強く、過酷な環境条件下で使用するセンサとしては最適なものであるが、未だ実用化されていない。この原因の1つとして温度変化による抵抗変化率(TCR)が100~200PPm/℃と大きいことである。この温度変化による抵抗値変化への影響を排除するための高価な温度補償素子を必要とし、これがセンサのコストアップにつながっていた。

【0008】 本発明は上記従来技術の課題を解決し、抵抗体のTCR特性に優れた抵抗体およびこれを用いた圧力センサを提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は金属基体と前記金属基体の表面に形成された絶縁層と、前記絶縁層の表面に形成され変形に伴って電気抵抗が変化する抵抗体と、前記抵抗体の抵抗変化を検出する電極からなり、抵抗体中のガラスフリットの熱膨張率が金属基体および絶縁層の熱膨張率と近似していることを特徴とする圧力センサとしたものである。

## 【0010】

【作用】 この構成によって抵抗体中のガラスフリットの熱膨張率を金属基体および絶縁層の熱膨張率に近似させることにより、抵抗体と基板の熱膨張率の差から生じる歪みによる抵抗値変化がTCR特性に与える影響を少なくすることが可能となる。

## 【0011】

【実施例】 以下、本発明の圧力センサについて具体的に

説明する。

【0012】図1に本発明の一実施例における圧力センサを示しており、図において1は金属基体、2は絶縁層、3は抵抗体、4は電極である。

【0013】次に本発明のセンサの各構成部分について詳細に説明する。

#### (1) 基板

##### (a) 金属基体

本発明に使用される金属基体はホーロ用鋼、ステンレス鋼、珪素鋼、ニッケル-クロム-鉄、ニッケル-鉄、コ

【0014】金属基体の材質が決定されれば、所望の形状加工、穴加工等が通常の機械加工、エッチング加工、レーザ加工等で施される。その形状は、負荷荷重の大きさや用途により、円筒形や板状（箔状も含む）等が選択される。

【0015】これら金属基体は絶縁層の密着性を向上させる目的で、表面脱脂された後、サンドブラスト処理したり、ニッケル、コバルトなどの各種メッキを施したり、熱酸処理によって酸化被覆層を形成したりする。

##### (B) 絶縁層

本発明のセンサの金属基体上に形成される絶縁層は、結晶化ガラス層が選択される。結晶化ガラス層は、電気絶縁性、耐熱性の観点から、無アルカル結晶化ガラス（焼成によってたとえば、 $MgO$ 系の結晶相を析出）で構成されることが好ましい。そのガラス組成が特に、 $MgO$ が16~50重量%、 $SiO_2$ が7~30重量%、 $B_2O_3$ が5~34重量%、 $BaO$ が0~50重量%、 $La_2O_3$ が0~40重量%、 $CaO$ が0~20重量%、 $P_2O_5$ が0~5重量%、 $MO_2$ が0~5重量%（但し、 $M$ は $Zr$ 、 $Ti$ 、 $Sn$ のうち少なくとも一種の元素）であることが好ましい。

【0017】このように結晶化ガラス材料が選択される理由の1つは、金属基体とガラス層との密着性を強固にするためである。特に上記の組成のものは、密着性が非常に強固である。

【0018】上記結晶化ガラス層を金属基体上に被覆する方法として、スプレー法、粉末静電塗装法、電気泳動電着法等がある。被膜の密着性、電気絶縁性等の観点から、電気泳動電着法が最も好ましい。

【0019】この方法は、ガラスにアルコールおよび少量の水を加えてボールミル中で約20時間粉碎、混合し、ガラスの平均粒径を1~5 $\mu m$ 程度にする。得られたスラリーを電解槽に入れて、液を循環する。そして金属基体を、このスラリー中に浸漬し、100~400Vで陰分極させることにより、金属基体表面にガラス粒子を析出させる。これを乾燥後、850~900℃で10分~1時間焼成する。これによってガラスの微粒子が溶

融するとともに、ガラスの成分と金属材料の成分が、十分に相互拡散するためガラス層と金属基体との強固な密着が得られる。

【0020】なお、焼成は常温から徐々に昇温して上記温度に到達させる方法が微細針状結晶が無数に析出するため後述のアンカー効果の働きがより向上し、抵抗体との密着性向上に効果があり好ましい。

##### 【0021】(2) 抵抗体

抵抗体用の材料としては、酸化ルテニウム、酸化タンタル、酸化タリウム、ルテニウム酸鉛等の種々の圧力変化によって電気抵抗が変化する性質を含む抵抗材料が使用される。本発明の圧力センサにおける抵抗体の形成法としては、抵抗体ペーストを描画、スクリーン印刷、メタルマスク印刷、ドクターブレード、オフセット印刷などにより、基板にパターニングして焼成することにより得られる。

【0022】次に、具体的な実施例について説明する。

（実施例1）前述の絶縁層形成工程に従い、 $SUS430$ 基体（100mm×100mm×0.5mm）の表面に、熱さ100 $\mu m$ の（表1）~（表5）に示す組成の結晶化ガラス層を電気泳動電着し、880℃で10分焼成しサンプルの表面粗度、うねり性、耐熱性等の諸特性を調べた。その結果を組成とともに（表1）~（表5）に示している。

【0023】なお表面粗度はタリサーフ表面粗さ計で測定し、表面中心線平均粗さ $R_a$ で示し、うねり性はタリサーフ表面粗さ計で得られた山と谷の差 $R_{max}$ で表わした。

【0024】耐熱性は、サンプルを850℃の電気炉中に10分入れ、炉から取り出し30分間、自然放冷するサイクルを繰り返すスポーリングテストを行って、サンプルのクラックや剥離の状態を調べた。なおクラックは赤インク中に浸漬しその後、表面を拭き取って目視観察によって、その有無を調べた。表中の○、△、×は、○が10サイクル以上行っても異常が認められないもの、△は5~9サイクルで発生したもの、×は4サイクル以下で発生したものを示す。

【0025】密着性は基体の曲げ試験を行い、ガラス層が剥離して金属部が露出したものを×、金属部が一部だけ露出したものを△、金属部が露出していないものを○とした。

【0026】以上の評価に基づき総合評価を行い、その結果を○、△、×で示した。No1~8は他の成分量を一定とし $SiO_2$ と $B_2O_3$ を変化させたもの、No9~15は $SiO_2/B_2O_3$ をほぼ一定にし $MgO$ 量を変化させたもの、No16~19は $CaO$ 量を変化させたもの、No20~24は同じく $BaO$ 量を変化させたもの、No25~29は同じく $La_2O_3$ 量を変化させたもの、No30~42はそれぞれ、 $ZrO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $SnO_2$ 、 $P_2O_5$ 、 $ZnO$ の添加による影響を示す。

【0027】これらの表から明らかなように $\text{SiO}_2$ を増加していけば、耐熱性は向上するが、表面性および密着性が悪くなる。逆に $\text{B}_2\text{O}_3$ 量を増加していくと、表面性、密着性は向上するものの耐熱性が低下する。したがって本発明では、 $\text{SiO}_2$  7～30重量%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  5～34重量%の範囲内が好ましい。

【0028】 $\text{MgO}$ 量は結晶性と相関があり、16重量%以下では結晶析出が不十分で耐熱性に劣る。また50重量%以上では結晶が析出し易く、ガラス熔融時に簡単に結晶化し、均質なガラスを得ることが難しく、また表\*10

\*面粗度が大きくなる。

【0029】 $\text{CaO}$ 量は20重量%以上入れると、表面性が悪くなり好ましくない。 $\text{BaO}$ 量は50重量%以上では、耐熱性および密着性が劣化し好ましくない。

【0030】 $\text{La}_2\text{O}_3$ は40重量%以上では、耐熱性が劣化し好ましくない。その他の添加可能な成分は $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZnO}$ などが挙げられるが、5重量%以下までなら添加可能である。

【0031】

【表1】

| 組成番号                                |                         | 1        | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-------------------------------------|-------------------------|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 組成重量%                               | $\text{MgO}$            | 39       | 39  | 39   | 39   | 39   | 39   | 39   | 39   | 10   |
|                                     | $\text{BaO}$            | 12       | 12  | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   | 10   |
|                                     | $\text{CaO}$            | 3        | 3   | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
|                                     | $\text{La}_2\text{O}_3$ | 5        | 5   | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
|                                     | $\text{B}_2\text{O}_3$  |          | 5   | 10   | 15   | 25   | 30   | 31   | 33   | 46   |
|                                     | $\text{SiO}_2$          | 38       | 33  | 28   | 23   | 13   | 8    | 7    | 5    | 23   |
|                                     | $\text{ZrO}_2$          | 2        | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|                                     | $\text{TiO}_2$          |          |     |      |      |      |      |      |      |      |
|                                     | $\text{SnO}_2$          |          |     |      |      |      |      |      |      |      |
|                                     | $\text{P}_2\text{O}_5$  | 1        | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
|                                     | $\text{ZnO}$            |          |     |      |      |      |      |      |      |      |
| $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ |                         | $\infty$ | 6.6 | 2.8  | 1.53 | 0.52 | 0.27 | 0.22 | 0.15 | 0.50 |
| 表面粗度 $\mu\text{m}$                  |                         | 0.6      | 0.5 | 0.46 | 0.38 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.09 |
| うねり性 $\mu\text{m}$                  |                         | 5.2      | 3.3 | 3.2  | 2.5  | 0.5  | 1.0  | 1.0  | 0.9  | 1.2  |
| 耐熱性                                 |                         | ○        | ○   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ×    | ×    |
| 密着性                                 |                         | ○        | ○   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 総合評価                                |                         | ×        | ○   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ×    | ×    |

【0032】

【表2】

| 組成番号                                            |                                | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 組成重量%                                           | MgO                            | 10   | 20   | 29   | 40   | 50   | 55   | 40   | 40   | 40   |
|                                                 | BaO                            | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 5    | 5    | 5    |
|                                                 | CaO                            | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |      | 10   | 20   |
|                                                 | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
|                                                 | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 42   | 39   | 33   | 26   | 19   | 16   | 31   | 25   | 18   |
|                                                 | SiO <sub>2</sub>               | 27   | 20   | 17   | 13   | 10   | 8    | 16   | 12   | 9    |
|                                                 | ZrO <sub>2</sub>               | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|                                                 | TiO <sub>2</sub>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                 | SnO <sub>2</sub>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
|                                                 | ZnO                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                                | 0.50 | 0.51 | 0.52 | 0.5  | 0.53 | 0.5  | 0.52 | 0.48 | 0.5  |
| 表面粗度 $\mu\text{m}$                              |                                | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.10 | 0.18 | 0.08 | 0.05 | 0.09 |
| うねり性 $\mu\text{m}$                              |                                | 1.1  | 0.5  | 0.9  | 0.5  | 0.8  | 1.5  | 0.2  | 0.6  | 0.9  |
| 耐熱性                                             |                                | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 密着性                                             |                                | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | ○    | ○    |
| 総合評価                                            |                                | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ×    | ○    | ○    | ○    |

【0033】

【表3】

| 組成番号                                            |                                | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 組成重量%                                           | MgO                            | 40   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 30   | 30   | 30   |
|                                                 | BaO                            | 5    |      | 20   | 40   | 50   | 60   | 5    | 5    | 5    |
|                                                 | CaO                            | 25   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|                                                 | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |      | 10   | 30   |
|                                                 | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 15   | 47   | 33   | 20   | 13   | 7    | 40   | 33   | 20   |
|                                                 | SiO <sub>2</sub>               | 7    | 23   | 17   | 10   | 7    | 3    | 20   | 17   | 10   |
|                                                 | ZrO <sub>2</sub>               | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|                                                 | TiO <sub>2</sub>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                 | SnO <sub>2</sub>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
|                                                 | ZnO                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                                | 0.47 | 0.49 | 0.52 | 0.5  | 0.54 | 0.43 | 0.5  | 0.52 | 0.5  |
| 表面粗度 $\mu\text{m}$                              |                                | 0.14 | 0.09 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.08 | 0.08 |
| うねり性 $\mu\text{m}$                              |                                | 1.5  | 0.9  | 0.6  | 0.6  | 0.5  | 0.5  | 1.1  | 0.9  | 0.9  |
| 耐熱性                                             |                                | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ×    | ○    | ○    | ○    |
| 密着性                                             |                                | △    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | ○    | ○    |
| 総合評価                                            |                                | ×    | ○    | ○    | ○    | △    | ×    | ○    | ○    | ○    |

【0034】

【表4】

11

12

| 組成番号                                            |                                | 28   | 29   | 30   | 31   | 32   | 33   | 34   | 35   | 36   |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 組成重量%                                           | MgO                            | 30   | 30   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   |
|                                                 | BaO                            | 5    | 5    | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
|                                                 | CaO                            | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
|                                                 | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 40   | 45   | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
|                                                 | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 13   | 7    | 27   | 24   | 23   | 27   | 24   | 23   | 27   |
|                                                 | SiO <sub>2</sub>               | 7    | 8    | 14   | 12   | 11   | 14   | 12   | 11   | 14   |
|                                                 | ZrO <sub>2</sub>               | 2    | 2    |      | 5    | 7    |      |      |      |      |
|                                                 | TiO <sub>2</sub>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                 | SnO <sub>2</sub>               |      |      |      |      |      |      | 5    | 7    |      |
|                                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
|                                                 | ZnO                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                                | 0.54 | 0.43 | 0.52 | 0.5  | 0.49 | 0.52 | 0.5  | 0.49 | 0.52 |
| 表面粗度 $\mu\text{m}$                              |                                | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.12 | 0.05 | 0.08 | 0.13 | 0.05 |
| うねり性 $\mu\text{m}$                              |                                | 0.9  | 0.8  | 0.5  | 0.9  | 1.5  | 0.5  | 1.0  | 1.6  | 0.6  |
| 耐熱性                                             |                                | △    | ×    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 密着性                                             |                                | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 総合評価                                            |                                | △    | ×    | ○    | ○    | ×    | ○    | ○    | ×    | ○    |

【0035】

【表5】



13

14

| 組成番号                                            |                                | 37   | 38   | 39   | 40   | 41   | 42   |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 組成重量%                                           | MgO                            | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   |
|                                                 | BaO                            | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
|                                                 | CaO                            | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
|                                                 | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
|                                                 | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 24   | 23   | 28   | 24   | 23   | 27   |
|                                                 | SiO <sub>2</sub>               | 12   | 11   | 13   | 12   | 11   | 14   |
|                                                 | ZrO <sub>2</sub>               |      |      |      |      |      |      |
|                                                 | TiO <sub>2</sub>               |      |      |      |      |      |      |
|                                                 | SnO <sub>2</sub>               | 5    | 7    |      |      |      |      |
|                                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
|                                                 | ZnO                            |      |      |      | 5    | 7    |      |
| SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                                | 0.5  | 0.49 | 0.5  | 0.5  | 0.49 | 0.52 |
| 表面粗度 $\mu\text{m}$                              |                                | 0.09 | 0.12 | 0.06 | 0.08 | 0.13 | 0.05 |
| うねり性 $\mu\text{m}$                              |                                | 0.9  | 1.6  | 0.7  | 1.0  | 1.6  | 0.6  |
| 耐熱性                                             |                                | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 密着性                                             |                                | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 総合評価                                            |                                | ○    | ×    | ○    | ○    | ×    | ○    |

【0036】前述の製造方法に基づいて、抵抗体を形成した圧力センサを図1に基づいて説明する。直系40φ、厚さ100μmの円盤状金属基材（SUS430）を前処理として脱脂・水洗・酸洗・水洗・ニッケルメッキ・水洗の各工程を行った後、（表1）でNo7で示した組成のガラス粒子からなるスラリー中に浸漬して、対極と金属基材間に直流電圧を印加することにより、金属基材の表面にガラス粒子を被覆し、室温～880℃まで2時間かけて昇温し、さらにこの温度で10分間保持する焼成を行い、70μmの結晶化ガラス層を形成し、これを絶縁層とした。次に絶縁層の表面にAuを蒸着し、電極を形成した。

【0037】次に導電成分の酸化ルテニウムと熱膨張率が $118 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ （室温～300℃までの熱膨張率が基板の熱膨張率に一致）であるガラスフリットを重量比で3：7になるように秤量した。これにエチルセルロースとテルピネオールを主成分とする有機ビヒクルを、酸化ルテニウムとガラスフリットの混合重量に対して20wt%添加した。まずこれらを乳鉢で混合し、さらに3本ローラで2時間混合した。なお乳鉢混合およびローラ混合の際に、希釈剤としてブチルカルビトールアセテートを適時加えて、最終的にペースト粘度を調製した。

【0038】このペーストを電極を形成した基材にスクリーン印刷し、120℃の恒温槽中で30分乾燥した後、650℃で焼成して厚さ30μmの所定のパターン抵抗体を形成して圧力センサとした。

【0039】（実施例2）導電成分の酸化ルテニウムと熱膨張率が $108 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であるガラスフリット重量比で3：7になるように秤量した。これにエチルセルロースとテルピネオールを主成分とする有機ビヒクルを、酸化ルテニウムとガラスフリットの混合重量に対して20wt%添加した。まずこれらを乳鉢で混合し、さらに3本ローラで2時間混合した。なお乳鉢混合およびローラ混合の際に、希釈剤としてブチルカルビトールアセテートを適時加えて、最終的にペースト粘度を調製した。

【0040】このペーストを実施例1と同様に電極を形成した基材にスクリーン印刷し、120℃の恒温槽中で30分乾燥した後、650℃で焼成して厚さ30μmの所定のパターン抵抗体を形成して圧力センサとした。

【0041】（実施例3）導電成分の酸化ルテニウムと熱膨張率が $128 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であるガラスフリットを重量比で3：7になるように秤量した。これにエチルセルロースとテルピネオールを主成分とする有機ビヒクル

を、酸化ルテニウムとガラスフリットの混合重量に対して20wt%添加した。まずこれらの乳鉢で混合し、さらに3本ローラで2時間混合した。なお乳鉢混合およびローラ混合の際に、希釈剤としてブチルカルビトールアセテートを適時加えて、最終的にペースト粘度を調製した。

【0042】このペーストを実施例1と同様に電極を形成した基材にスクリーン印刷し、120℃の恒温槽中で\*

\*30分乾燥した後、650℃で焼成して厚さ30μmの所定のパターンの抵抗体を形成して圧力センサとした。

【0043】以上の実施例1～3および下記の比較例について、-50℃～150℃までの抵抗値を測定し、低温側(-50～25℃)と高温側(25～150℃)のTCRを測定した。結果を(表6)に示す。

【0044】

【表6】

|      | ガラスフリットと<br>基板の熱膨張率の<br>差/℃ <sup>-1</sup> | TCR <sub>cold</sub><br>/ppm℃ <sup>-1</sup> | TCR <sub>hot</sub><br>/ppm℃ <sup>-1</sup> |
|------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 実施例1 | 0×10 <sup>-7</sup>                        | 18                                         | 14                                        |
| 2    | 10×10 <sup>-7</sup>                       | 25                                         | 17                                        |
| 3    | 10×10 <sup>-7</sup>                       | 28                                         | 21                                        |
| 比較例1 | 17×10 <sup>-7</sup>                       | 104                                        | 98                                        |
| 2    | 18×10 <sup>-7</sup>                       | 106                                        | 101                                       |
| 3    | 38×10 <sup>-7</sup>                       | 193                                        | 167                                       |

【0045】実施例1～3のように、抵抗体中のガラスフリットの熱膨張率を基板の膨張率に近似(熱膨張率の差が±10×10<sup>-7</sup>/℃)とした場合には、TCRは低温側で28ppm/℃以下、高温側で21ppm/℃以下となった。さらに抵抗体中のガラスフリットの熱膨張率を基板の膨張率に一致させた実施例1では、TCRは低温側で18ppm/℃、高温側で14ppm/℃とTCRが最も小さくなった。一方、基板と抵抗体中のガラスフリットの熱膨張率の差が±17×10<sup>-7</sup>/℃以上の比較例1～3ではTCRは低温側で120ppm/℃以上、高温側で104ppm/℃以上と本実施例と比較してTCRが一桁大きくなった。

【0046】以上のことから、実施例においては基板と抵抗体の熱膨張率の差による影響は少ないといえる。一方、比較例においては本実施例と比較してTCRが一桁大きくなっていることから基板と抵抗体の熱膨張率の差による影響が大きいといえる。このことから基板と抵抗体中のガラスフリットの熱膨張率の差が10×10<sup>-7</sup>/℃と17×10<sup>-7</sup>/℃の間に、基板と抵抗体の熱膨張率の差が抵抗体に歪を与える境界があると考えられる。

【0047】なお、以上の実施例ではSUS430に熱膨張率を一致させた結晶化ガラス層を被覆した絶縁基板に膨張率を近似させた例について述べたが、熱膨張率の

異なる他の基板に膨張率を近似させても同様であることは言うまでもない。

30 【0048】(比較例)実施例1～3において、ガラスフリットの熱膨張率を135×10<sup>-7</sup>/℃(比較例1)、100×10<sup>-7</sup>(比較例2)および80×10<sup>-7</sup>/℃(比較例3)としてペーストを調製し、同様に圧力センサを作製し、TCRを測定した。

【0049】以上のように本発明の圧力センサは従来と比較して、抵抗変化率が大きく、温度特性にも優れている。

【0050】

40 【発明の効果】以上のように本発明の抵抗体およびそれを用いた圧力センサは、基板と抵抗体中のガラスフリットの熱膨張率を近似させることによって、TCRが小さい高品質なセンサを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)、(B)は本発明の一実施例における圧力センサの平面図および断面図

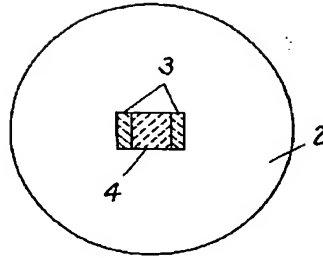
【符号の説明】

- 1 金属基体
- 2 絶縁層
- 3 抵抗体
- 50 4 電極

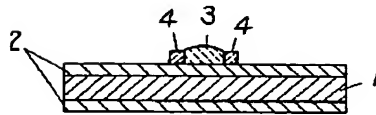
【図1】

- 1 金属基体
- 2 絶縁層
- 3 抵抗体
- 4 電極

(A)



(B)



---

フロントページの続き

(72)発明者 吉田 昭彦  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内